2010/11/9 Session B-2
最先端サステナブル・テクノロジー・セミナー
～環境技術とオープンイノベーション～＠早稲田大学

Ver.1027

海外製太陽集熱器の性能評価試験

株式会社早稲田環境研究所
副主任研究員　中嶋崇史

WASEDA UNIVERSITY

本日の内容

1　国内外における太陽熱集熱器普及動向調査
2　海外製太陽熱集熱器の実証試験
3　海外製計装・制御システムの国内市場適合に関する検討
4　太陽熱集熱器の普及促進・支援施策の検討

研究背景&目的

地球温暖化

世界的行動機運の高まり

風土や環境に適した対策手段

将来のイニシアチブ確立

化石燃料依存からの脱却

日本における新エネルギーの導入・高度化

世界潮流の中での独自戦略

既存技術への再アプローチ

日本の風土に根ざした技術・普及施策

新エネルギー技術の開発・高度化

海外製太陽熱集熱器

・即効性が高い
・確実な効果
・海外では導入増

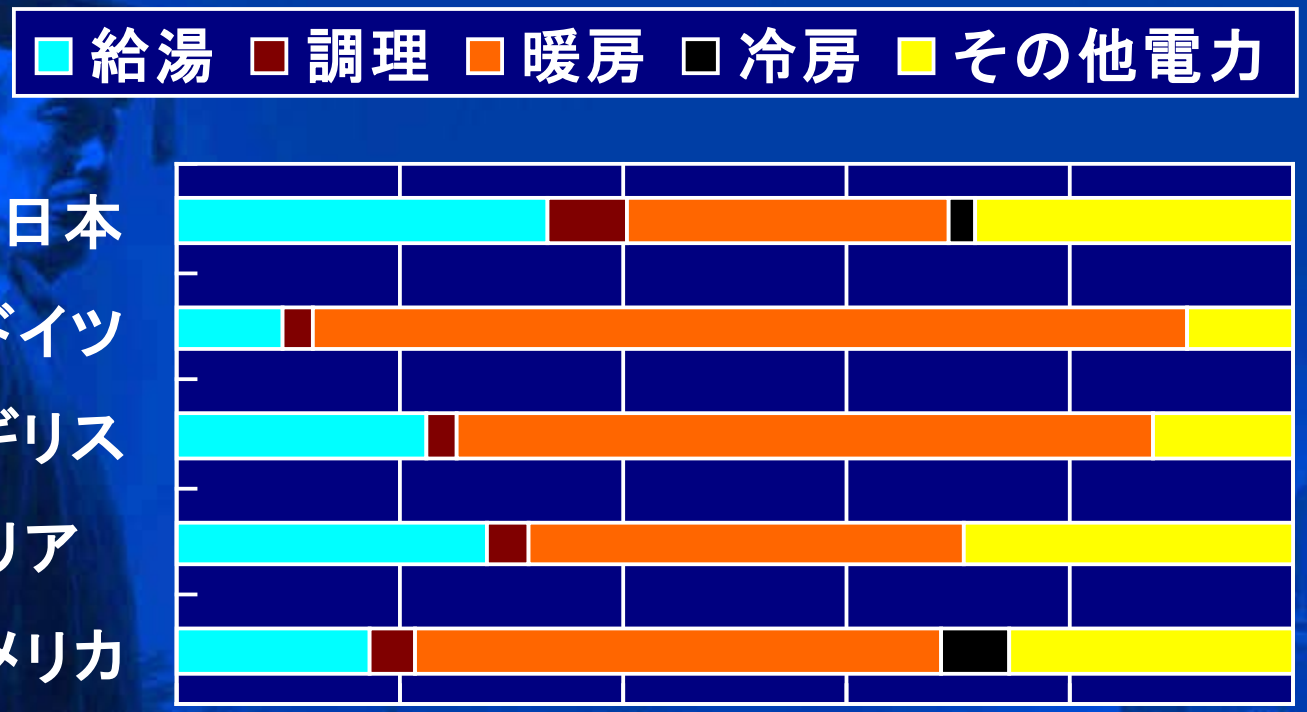
安価な海外製導入検討

その他技術との比較
ハイブリッド方式・市販化検討

日本に根付く
開発・高度化

日本の太陽エネルギーの賦存量と利活用

家庭における用途別エネルギー消費量



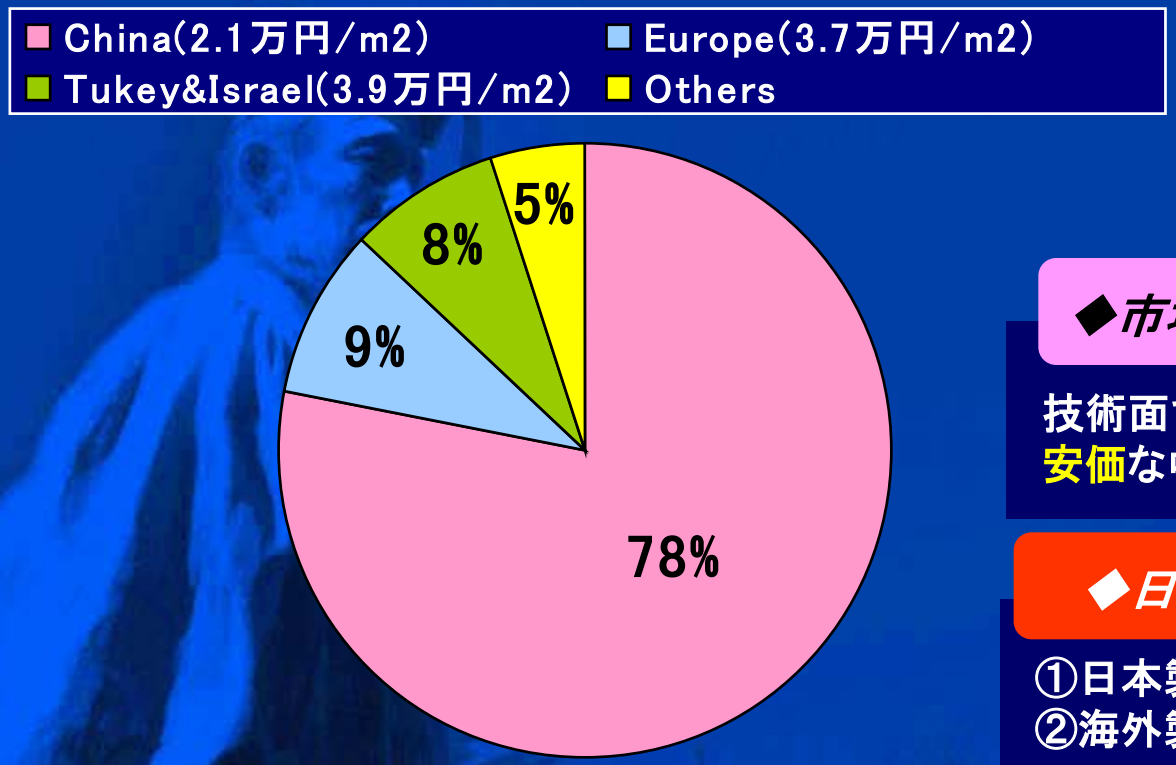
世界の家庭における用途別消費エネルギー割合

（ 出典：2009家庭用エネルギーハンドブック：（株）住環境計画研究所 ）

文化的に日本の給湯需要は高く、 太陽熱集熱器へのニーズは十分に存在する。

WASEDA UNIVERSITY

太陽熱集熱器の市場動向



太陽熱利用機器の世界出荷シェア（2004年）

（出典：Solar_Thermal_Markets_in_Europe_2008/ESTIF(European Solar Thermal Industry Federation)）

◆市場の潮流

技術面で牽引するヨーロッパ製機器も、
安価な中国製機器に負けている。

◆日本市場の現状

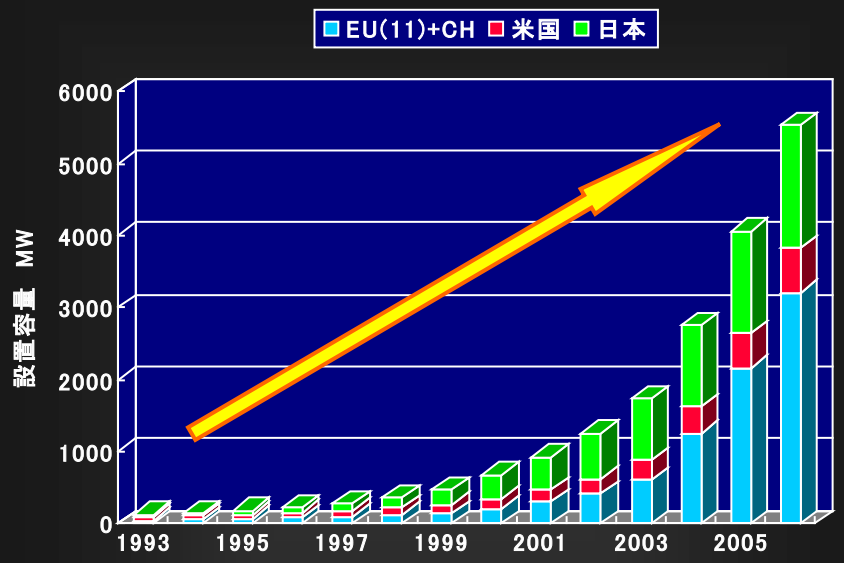
①日本製品の世界シェアは、ほぼ無い。
②海外製機器は、国内未導入。

国内市場の魅力・活力が失われている。

国内外の太陽エネルギー利活用技術市場動向

EU・米国・日本の太陽光発電・太陽熱集熱器の市場動向について調査した。

太陽光発電

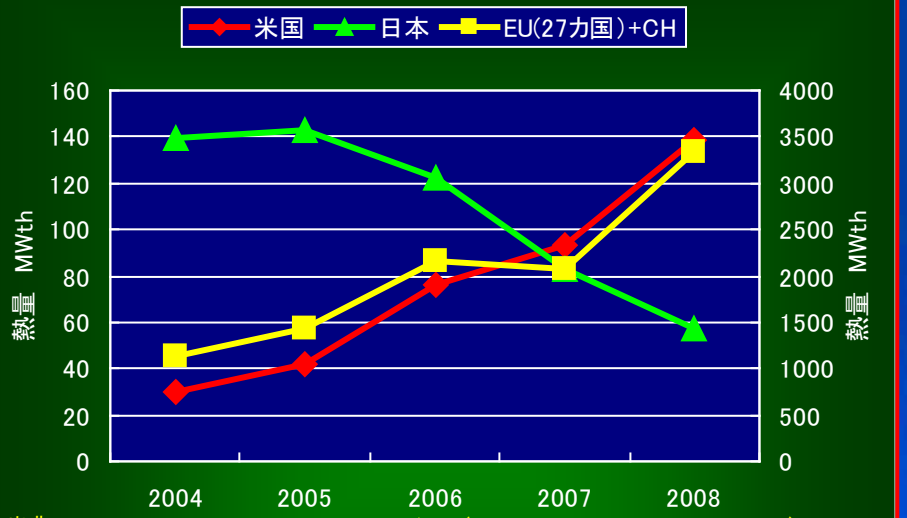


出典：IEA/Trends in Photovoltaic Applications

世界のPV電力システムの累積設置容量の推移

固定価格買取制度の導入により、
各国で普及促進がなされている。

太陽熱利用



出典：US Solar Industry Year in Review 2008/SEIA(Solar Energy Industries Association)
Solar_Thermal_Markets_in_Europe_2008/ESTIF(European Solar Thermal Industry Federation)
社団法人ソーラーシステム振興協会/三団体合同出荷実績自主統計集計
注） MWth= collector area multiplied by 0.7 kW/m²

世界の太陽熱集熱器の新規導入数の推移

EU・米国では、市場が拡大している。
我が国では、潮流に反し、減少している。

①住宅用では、屋根上への機器設置が一般的。
②太陽光発電設備の方が、イニシャルコストが高価。
なぜ日本では、太陽熱集熱器の導入が縮小傾向にあるのか？

国内外の太陽熱集熱器普及施策の比較

EUと日本の太陽熱利用システム普及促進施策について、調査を行った。

太陽熱利用システム普及促進施策

EUの太陽熱利用システム普及促進施策

国名	普及支援施策
スペイン	導入義務化（新築及び全面改修）
ポルトガル	導入義務化（新築及び全面改修）
ドイツ	補助金（70ユーロ/m^2）
フランス	税控除（設備価格の50%）
	補助金（900ユーロ～）
オーストリア	補助金（600ユーロ～）
イタリア	税控除（設備価格の55%）

出典：欧州太陽熱工業連盟(ESTIF)

日本の太陽熱利用システム普及促進施策

①国の補助金制度は、2005年度終了。
②約90の自治体が、独自に助成金を創設。

太陽熱集熱器を対象とした自治体の助成金（08年度）

対象	実施自治体数	平均補助金額　万円
住宅	89	6

出典：社団法人ソーラーシステム振興協会

行政による助成制度はごく少数であり、EUと比較
比較しても、まだまだ不十分であるといえる。

海外製機器の国内市場導入により、太陽熱集熱器の普及促進をはかる。

海外製太陽熱集熱器は、市場拡大により
①高い技術的完成度。
②競争激化による低価格化。
③周辺機器の豊富なバリエーション。

導入

国内市場活性化による普及促進
①海外市場と同様の効果。
②イニシャルコスト回収を容易化。
③サービスの充実。
④市場への関心の掘り起こし。

本日の内容

1　国内外における太陽熱集熱器普及動向調査
2　海外製太陽熱集熱器の実証試験
3　海外製計装・制御システムの国内市場適合に関する検討
4　太陽熱集熱器の普及促進・支援施策の検討

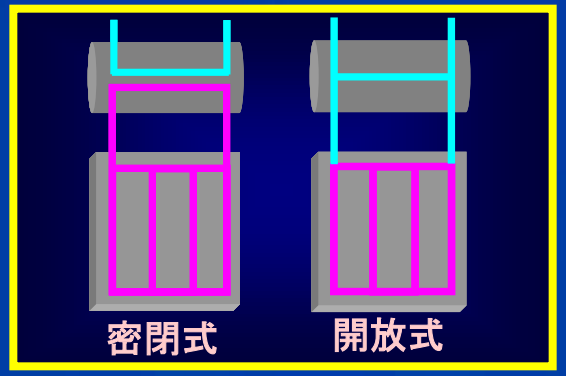
本庄キャンパスにおける実証試験概要

Laboratory

目的

海外製の低価格太陽熱集熱器の実機を用いた実証試験により、**性能評価**、**実用性評価**、**経済性評価**等の基礎データを収集する。

①太陽熱集熱器の製品としての完成度（加工・組立精度）。
②バリエーション、周辺機器、サードパーティ製品の完成度。
③日本の気候への対応性。



海外製太陽熱集熱器実証機器の仕様

国名	イスラエル	トルコ	ギリシャ	中国
メーカー名	Chromagen	Solimpeks	DimasSolar	FiveStarSolar
完成機器				
縦×横×高さ cm	190×108×172	207×122×163	170×106×230	250×100×185
パネルサイズ m^2	2.2	2.4	2.0	2.0
タンク容量 l	150	150	160	150
循環形式	自然循環形			
集熱方式	密閉式			開放式
配管呼び径 mm	20	20	15	20

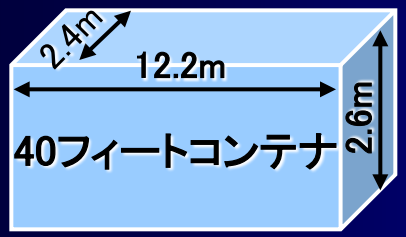
機器の組立て作業は、一般的な工具のみで行うことができた。

実証機器の商業ベース価格設定と価格比較

実証試験機器の商業ベースの価格を算出し、国内製集熱器と価格比較をした。

商業ベース価格の算出

①40フィートコンテナに荷造り寸法で何セット積載可能かで検討。



陸揚げ引渡し価格の試算結果

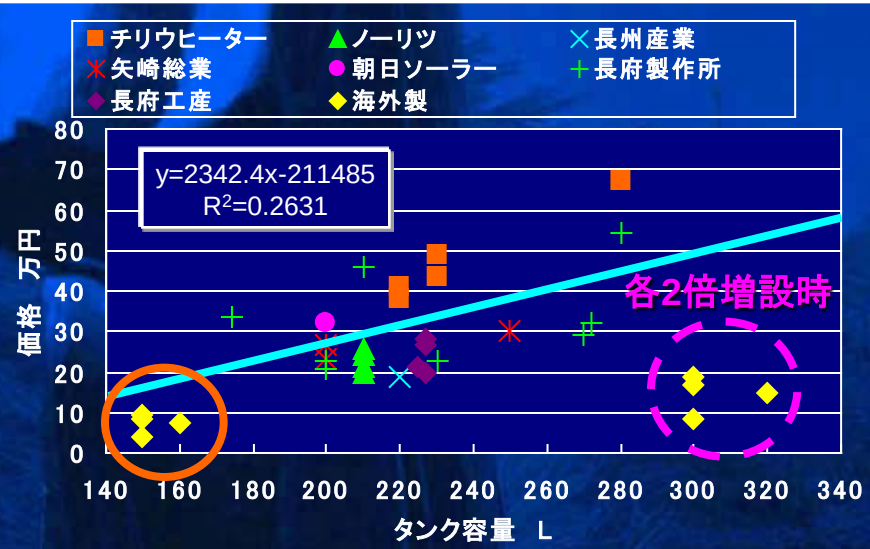
製造国	イスラエル製	トルコ製	ギリシャ製	中国製
パネルサイズ m^2	2.2	2.4	2.0	2.0
貯湯槽容量 l	150	150	160	150
価格 円	95,000	84,000	73,000	41,500

出典)(共同実験者)東西商事株式会社･財団法人日本システム開発研究所試算

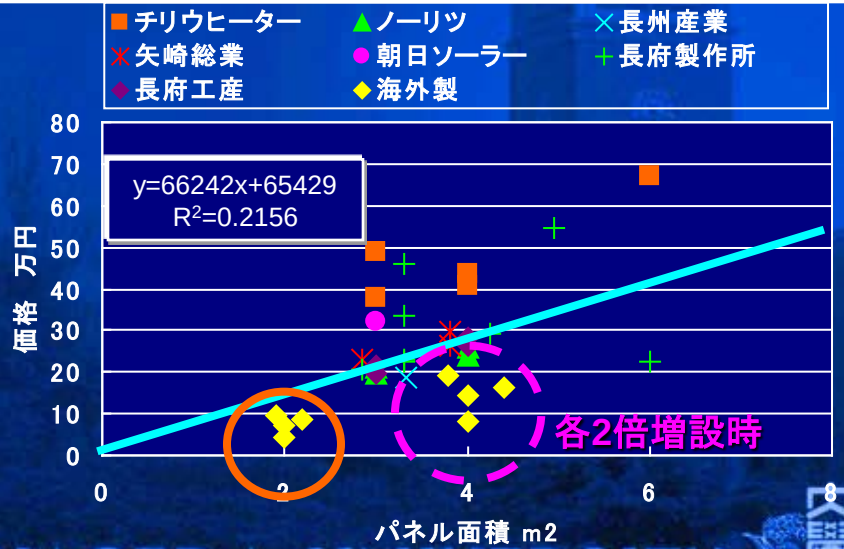
②試算した陸揚げ引渡し価格に利益分を付加したものが、販売価格となる。

機器増設時の価格設定

①パネル･貯湯槽共に2台ずつ:価格2倍 ②パネルのみ2台:1.7倍 ③貯湯槽のみ2台:1.3倍



タンク容量の違いによる価格分布



パネル面積の違いによる価格分布

機器性能評価試験の結果

JIS規格・財団法人ベターリビング認証基準を参考に、破損の可能性がある試験や設備の制約から規定通りに実行できない試験は、実行可能な形で性能評価試験を行った。

機器性能試験の結果

参考文献	試験項目	要求性能	イスラエル製	トルコ製	ギリシャ製	中国製
JIS規格	集熱性能	集熱量 8,374kJ/m² 以上	7790	9700	12670	8200
	保温性能	実効熱損失係数KA 5.81W/K以下	2.46	4.33	5.72	5.26
	出湯性能	平均出湯量0.01m³/min以上	0.014	0.012	0.014	0.013
	耐漏れ	漏れの無いこと。	なし	なし	なし	なし
	耐空だき	目視で漏れ、変形が無いこと。	なし	なし	なし	なし
	耐凍結性能	機器の耐凍結機能の確認	可動	可動	可動	可動
	強度	目視で破損及び変形が無いこと。	なし	なし	なし	なし
	耐久性	目視で割れ、膨れ、はがれ又は錆びが無いこと。	なし	なし	なし	なし
BL認証	配管部保温性能	放熱量 0.41W/m・℃以下	0.41	–	0.42	–
(社)日本ソーラーシステム振興協会	変換効率	国内製集熱器40%以上(目安)	37.3	46.4	60.7	39.3

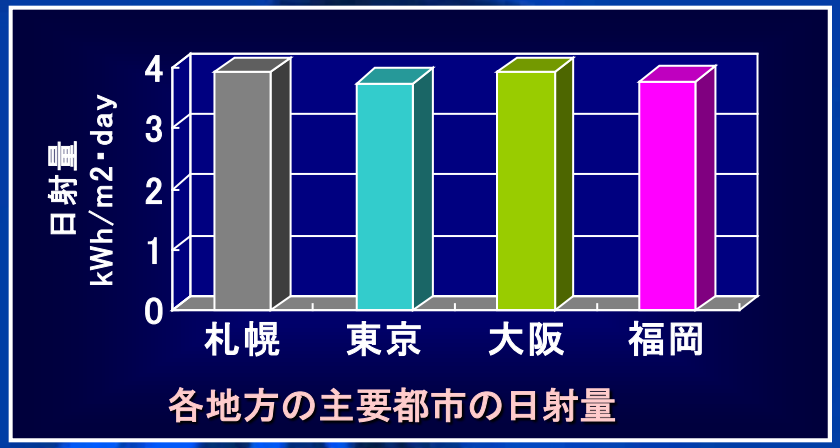
出典)JIS S 4111 住宅用太陽熱温水器・日本工業標準調査会
優良住宅部品評価基準BLE SO:2009」・財団法人ベターリビング

① 機器性能面で海外製太陽熱集熱器は、JIS規格・BL認証ともに基準をほぼ満たすことができる。
② 国内製太陽熱集熱器と比較して、**変換効率はほぼ同等**である。

地域別導入効果のシミュレーション

NAGATA Laboratory

実証機器の中で最も変換効率の優れていたギリシャ製機器を導入した際の効果を検討した。



各地方の主要都市の日射量

札幌

335 | 29,900

コスト回収：3.4年

東京

319 | 28,500

コスト回収：3.6年

大阪

335 | 29,900

コスト回収：3.5年

福岡

323 | 28,800

コスト回収：3.6年

年間CO_2削減量 kg-CO_2

年間削減コスト 円

※国内製太陽熱集熱器：コスト回収期間 10.2～10.7年

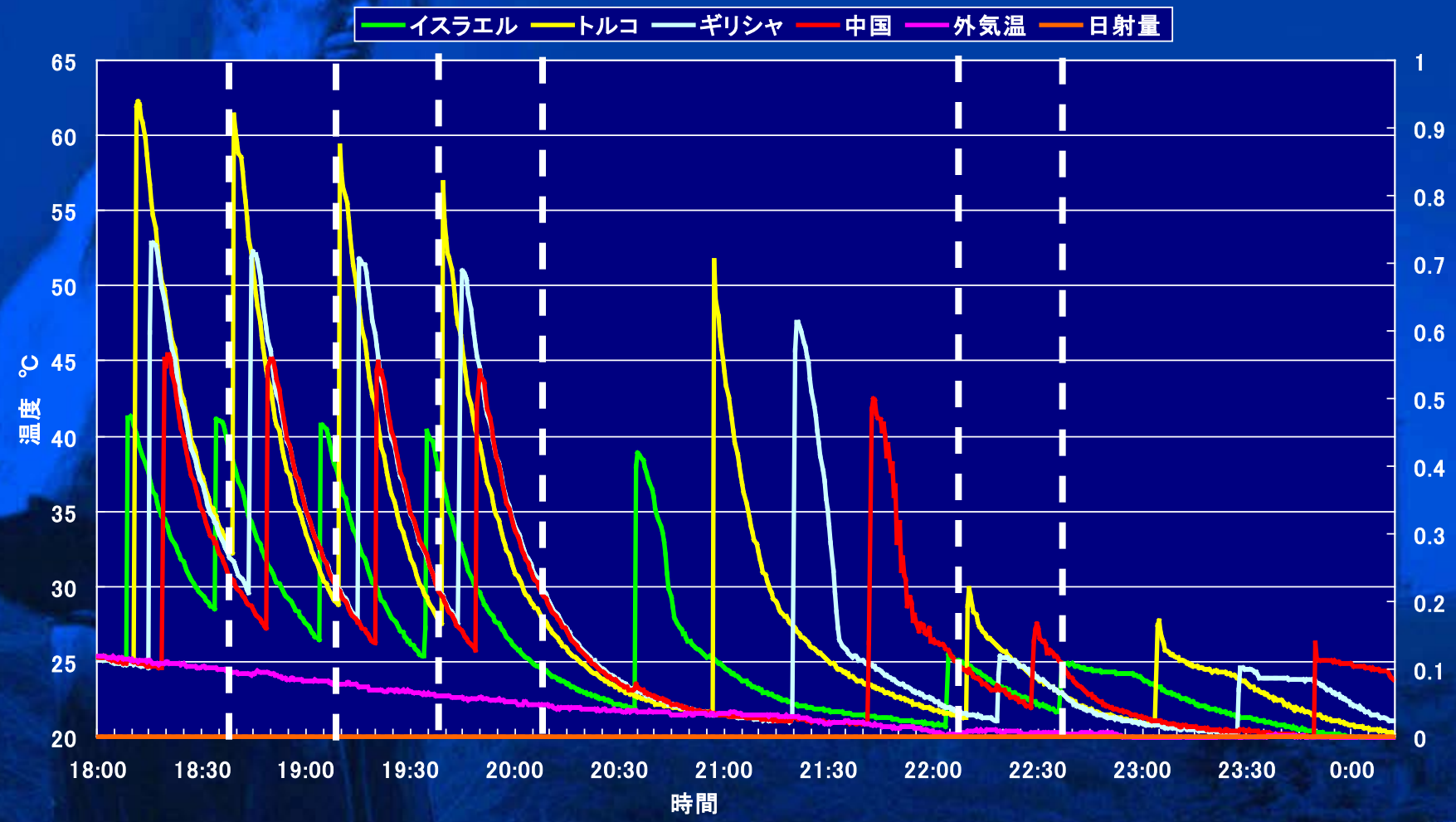
各地の年平均日射量（傾斜角30度）・平均稼働日数260日・代替燃料LPG・燃焼効率80%

負荷運転試験の結果

NAGATA Laboratory

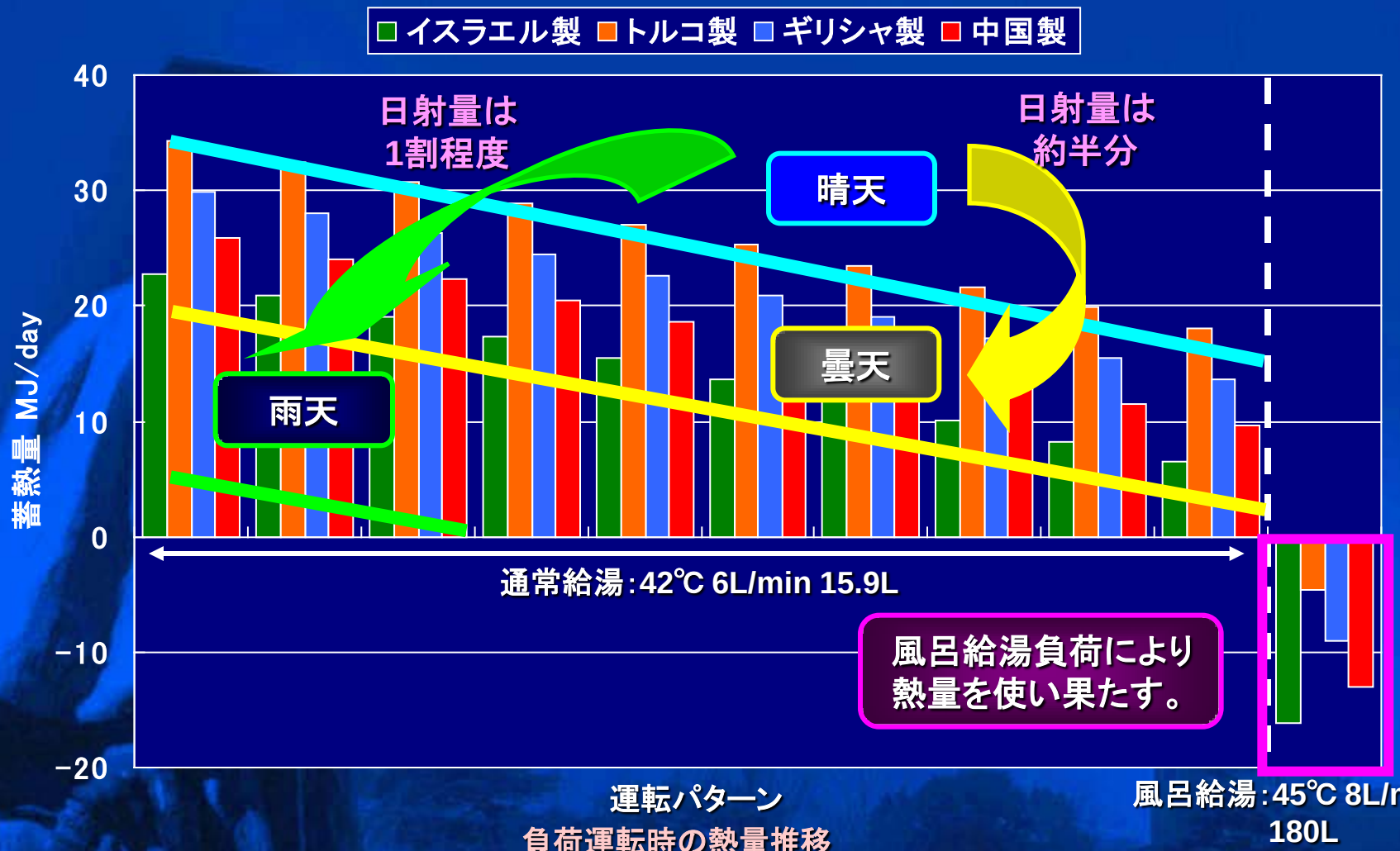
（財）建築環境・省エネルギー機構のLモード負荷運転試験を行い、
実運転に近い条件での機器挙動を検討した。

通常給湯：6L/min 15.9L	風呂給湯：9L/min 180L	シャワー給湯：8L/min 40L



各運転パターンにおいて、太陽熱集熱器から熱量が供給されていることがわかる。

負荷運転時の蓄熱量の推移



負荷運転時の熱量推移

負荷運転時の結果より、蓄熱量の推移について検討したところ、
①トルコ製機器・ギリシャ製機器の集熱性能が優れている。
⇒性能評価試験の変換効率からも、同様のことがわかる。
②朝は、熱量が足りない。
③最終負荷運転まで、熱量足りない。
⇒風呂給湯時などの熱量補填として用いれば、問題ないと考えられる。

ガス給湯機器とのハイブリッド方式の検討

負荷運転試験のデータを元に、最も条件の厳しい12月の雨天時に必要な給湯機器性能を検討した。

給湯号数：給湯器の性能を表す。
（1号：約105kJ/min）

既存機器

NORITZ VFシリーズ

VF-4140-BLの諸元

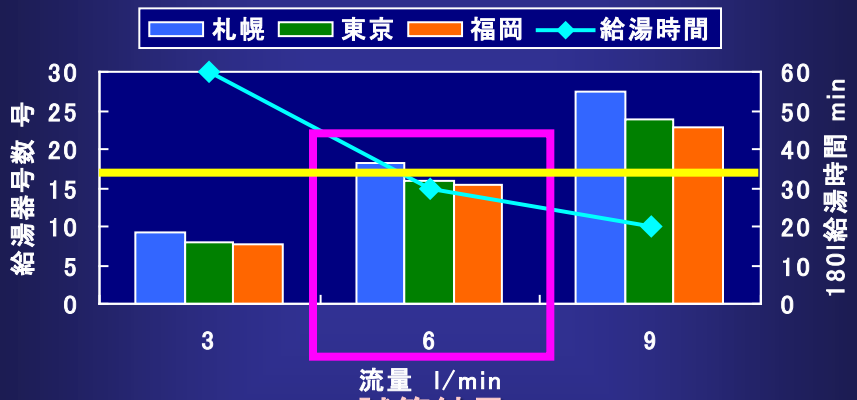
機器名	仕様	税込価格
集熱器	集熱面積 4m²	176,400
給湯ユニット	給湯号数 24号	511,350
制御盤	浴室・台所 2機	47,250
合計金額		735,000

ハイブリッド方式の検討

試算条件

都市名	札幌	東京	福岡
12月日射量 kWh/m2・day	2.06	3.29	2.48
雨天時日射量 kWh/m²・day	0.21	0.33	0.25
12月平均水温 ℃	6.4	11.2	12.6
安全率	2		

出典：（日射量）全国日射量平均値データマップ(MONSOLA05)
（水温）2008ソーラーシステムデータブック・(社)ソーラーシステム振興協会



試算結果

海外製太陽熱集熱器を用いたハイブリッド方式機器の試算価格

機器名	仕様	税込価格
集熱器	集熱面積：2.0～2.4m²	41,500～95,000
給湯ユニット	給湯号数：16号	260,000
制御盤	浴室・台所：2機	47,250
合計金額		349,000～402,000

ハイブリッド方式の経済性・環境性比較

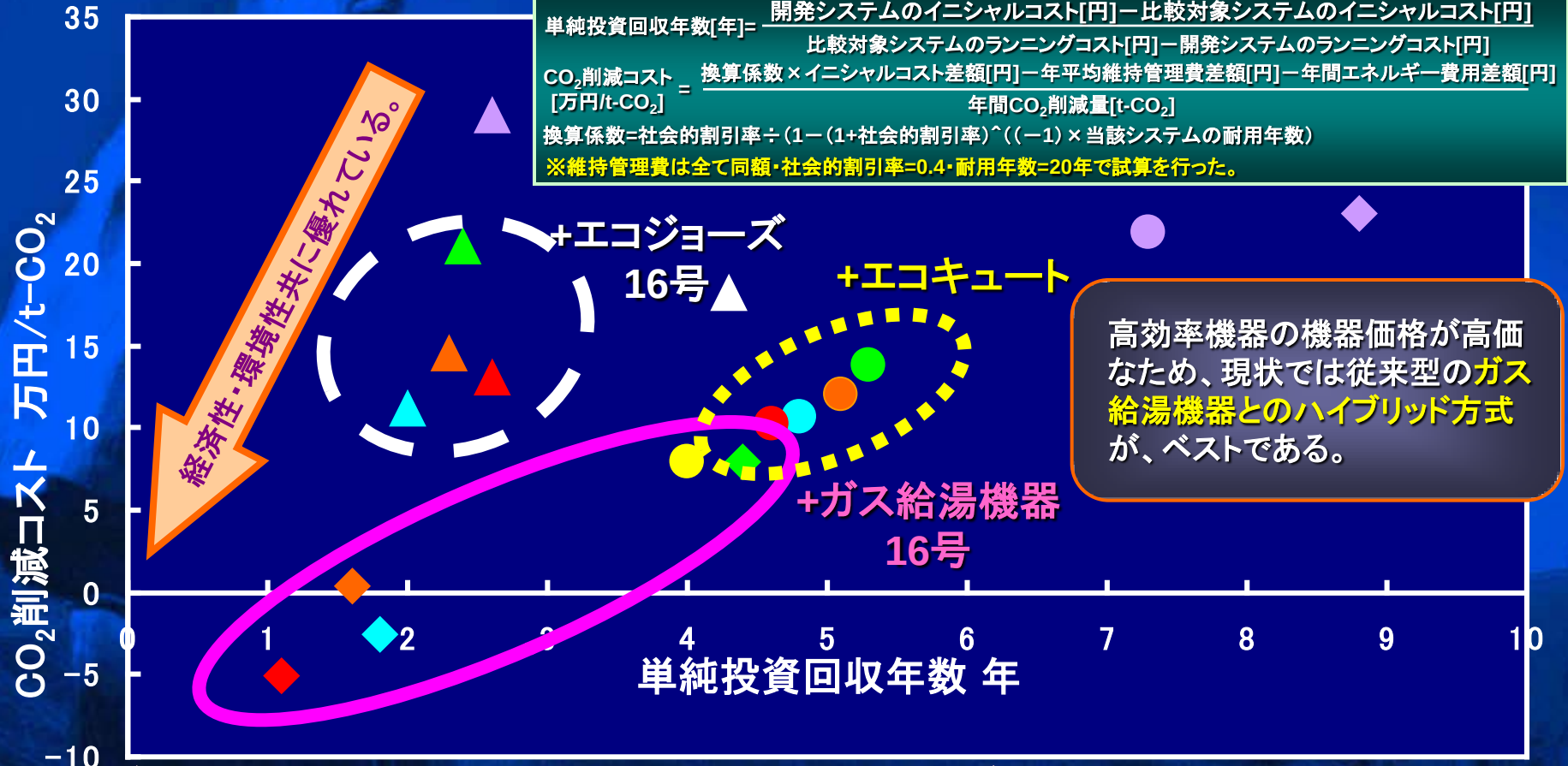
◆国内製機器+ガス給湯機器　◆イスラエル製機器+ガス給湯機器　◆トルコ製機器+ガス給湯機器
◆ギリシャ製機器+ガス給湯機器　◆中国製機器+ガス給湯機器　●エコキュート
●国内製機器+エコキュート　●イスラエル製機器+エコキュート　●トルコ製機器+エコキュート
●ギリシャ製機器+エコキュート　●中国製機器+エコキュート　▲エコジョーズ
▲国内製+エコジョーズ　▲イスラエル製+エコジョーズ　▲トルコ製+エコジョーズ
▲ギリシャ製+エコジョーズ　▲中国製+エコジョーズ

単純投資回収年数[年]＝（開発システムのイニシャルコスト[円]－比較対象システムのイニシャルコスト[円]）／（比較対象システムのランニングコスト[円]－開発システムのランニングコスト[円]）

CO_2削減コスト[万円/t-CO_2]＝（換算係数×イニシャルコスト差額[円]－年平均維持管理費差額[円]－年間エネルギー費用差額[円]）／年間CO_2削減量[t-CO_2]

換算係数=社会的割引率÷（1－（1+社会的割引率）^（（－1）×当該システムの耐用年数）

※維持管理費は全て同額・社会的割引率=0.4・耐用年数=20年で試算を行った。



ガス給湯器を比較対象としたときの各給湯技術とのハイブリッド方式の経済性・環境性比較

参考：中央環境審議会地球環境部会目標達成シナリオ小委員会 中間とりまとめ

今後、高効率機器の初期コストが下がることで、より高い経済性・環境性が期待される。

海外製簡易型熱量計の実用性に関する検討

太陽熱利用システム普及を図るためには、
導入効果の**見える化**が必要不可欠である。

国内製計測機器による「見える化」環境構築

実証試験設備における各価格

機器名		価格
電磁流量計	AXF015G	690,000
温度センサ	ST6	20,000
データロガー等		1,000,000
合計		1,710,000

集熱器価格と比較して**高額**であり、**導入効果が薄まる**。

安価な海外製簡易型熱量計の導入を検討

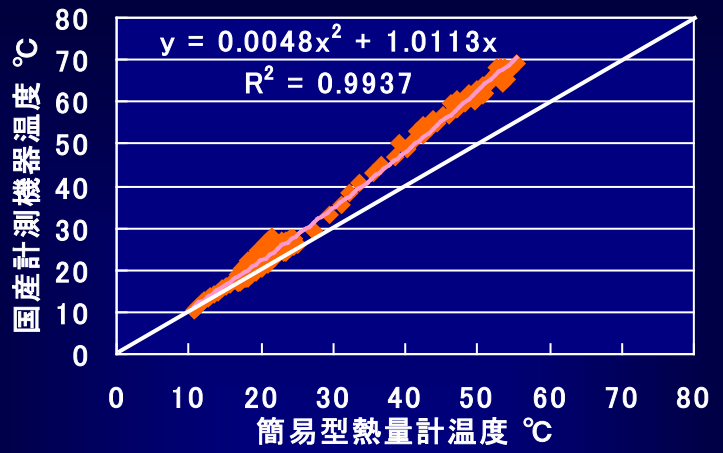
簡易型熱量計機器構成

簡易型熱量計の価格

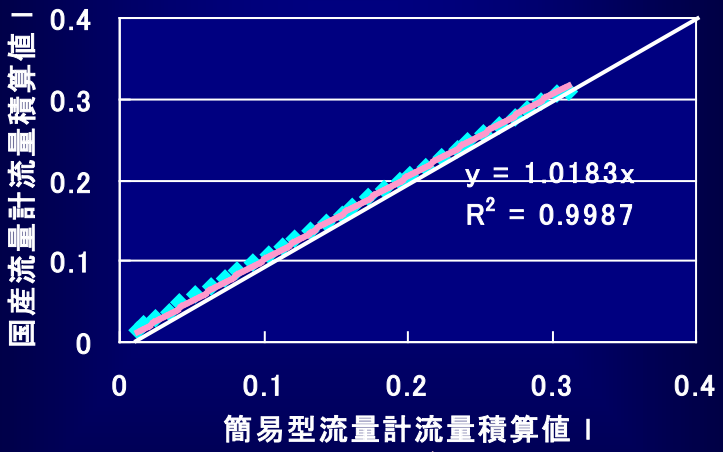
機器名	価格
熱量計	180,000
専用リーダ	420,000
合計	600,000

専用リーダを省くことが出来れば、より安価で
汎用性の高いシステムとなる。

計測精度の検証



計測温度のキャリブレーション



計測流量のキャリブレーション

計測温度・流量ともに誤差が生じたが、
キャリブレーションを行えば導入可能。

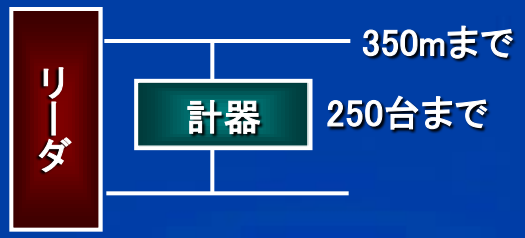
M-bus規格の汎用性に関する検討

AMEA Laboratory

簡易型熱量計の通信規格は、海外プロトコルであるM-bus(Meter-Bus)を用いている。
そこで、日本での汎用性を検証することを目的とし、解析を行った。

M-busとは

- 計測機器を読み取るための**新しい欧州基準**。
- **リモート読取り**が可能で、データを**電子的**に読み出せる。
- 住宅ユニットの全ての計測機器を、**2本のケーブル**で接続することができる。
- 全ての計測機器に、**個別のアドレスが指定**される。



現状

簡易型熱量計
(SENSUS社製)

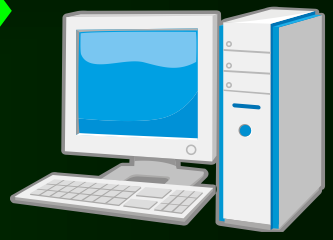
M-bus規格信号
M-bus通信方式で交信

M-Busリーダ
(Relay社製)

M-bus規格信号
RS232C形式で出力

目標

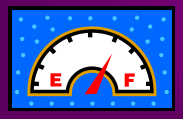
リーダー無しで、
ダイレクトに出力



PC・レコーダー

結果

1. 出力信号の意味を解析
   M-Busリーダと計測機器との間で交わされる各コマンドの指示内容を把握。
2. 出力形式の解析
   M-Busリーダと計測機器との間で交わされる通信の方式を把握。



計測機器

エンコード・デコード可能

PC・国産デジタルレコーダー

本日の内容

1　国内外における太陽熱集熱器普及動向調査
2　海外製太陽熱集熱器の実証試験
3　海外製計装・制御システムの国内市場適合に関する検討
4　太陽熱集熱器の普及促進・支援施策の検討

実用化への検討

NAGATA Laboratory

太陽熱利用システムを国内市場へ導入し、普及を促進・支援する施策について検討を行った。

海外製太陽熱集熱器の普及方策

本年度の検討内容

普及環境面の検討

補助金施策の調査

- 国
- 埼玉県
- 埼玉県下の市町村

太陽光発電向け補助金施策と比較し、補助金施策のあり方を検討・提案する。

プレーヤーの検討

日本仕様で販売する際のプレーヤーを検討する。

プレーヤーへの情報公開に関するアンケート調査

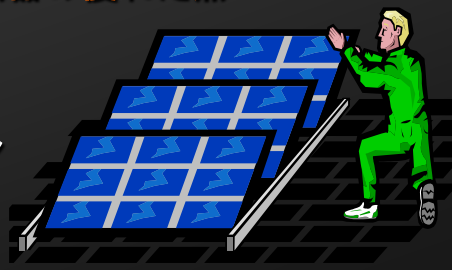
海外製太陽熱集熱器の優れた点

海外市場の成長

- 品質の向上
- 機能の向上
- 豊富な製品バリエーション

価格の安さ

- 国内市場での競争力
- 優れた費用対効果



日本国内での普及を計るうえで必要となる性能・機器情報の把握

太陽熱集熱器市場適合調査

使用技術

- 機器性能
- 認証制度で求められる公開情報

施工技術

基本的な施工面での導入技術の確認

環境対応

- 台風
- 冬季の凍結　等

日本国内で海外製太陽熱集熱器が普及するために必要となる改良点

使用技術

- 販売・施工面での必要情報
- 使用パターンへの適合性
- アフターサービス　等

日本で選ばれるための改良。

施工技術

瓦屋根など、日本の住居に適応した、施工方法への改良。

環境対応

- 台風
- 地震　等

日本の自然環境への適合性の向上。

補助金施策の提案とプレーヤーの想定

補助金施策の提案

太陽光発電設備・太陽熱集熱器設置コスト

項目	設置コスト 円/kW	規模 kW (m^2)	総額 円
太陽光発電	696,000*1*2*3	3.6*4	2505,600
太陽熱集熱器	300,000	3	300,000

出典）太陽光：一般社団法人太陽光発電協会JPEA
太陽熱：社団法人ソーラーシステム振興協会

注）*1：設置コストは、新築と既築の平均値。
*2：設置コストの内訳：設置工事費9.7%・付属機器16.3%・太陽電池モジュール43.6%
*3：2007年度の平均値
*4：規模は、都道府県別住宅用太陽光発電システム導入状況の07-09年の導入件数と導入設備容量より試算。

太陽光発電向け補助金の助成率試算
埼玉県における太陽光発電設備向け補助金

項目	国	埼玉県（既築・戸建て）	市町村（平均値）	全体
補助金額*5 円	252,000	210,000	103,000	565,000
補助率 %	10.1	8.4	4.1	22.5

注）*5：1kWあたりの補助金額に、3.6[kW]を乗じて算出
出典）国：一般社団法人太陽光発電協会　県・市町村：各自治体のHP

20%相当

太陽熱集熱器向け補助金額

項目	国	埼玉県	市町村	総額
補助金額 円	50,400	42,000	20,600	113,000

1m^2当たり、38,000円程度の補助金

一般的な太陽光発電・太陽熱集熱器のCO_2削減量

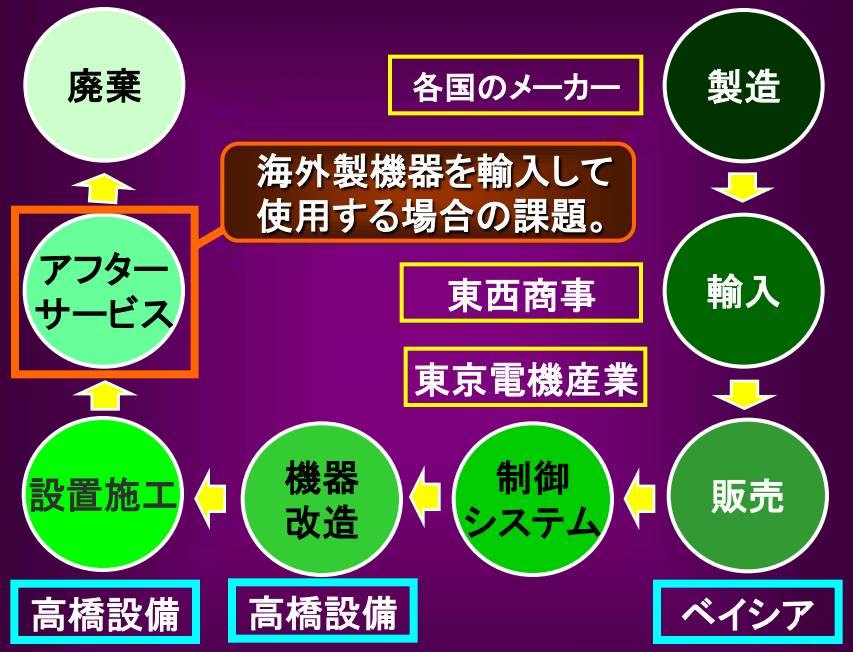
項目	太陽光発電	太陽熱集熱器
CO_2削減量 t-CO_2	1.56	0.31

5:1

CO_2削減量に即した当価値化により補助金額を提案。

想定プレーヤーの検討

本研究関連先を元にプレーヤーを想定した。



海外製を取り扱うにあたり、必要な情報について、ヒヤリングをおこなった。

ヒヤリングと公開情報評価の結果

HATA Laboratory

市販時に必要とされる情報について、実証機器の公開情報評価を行った。

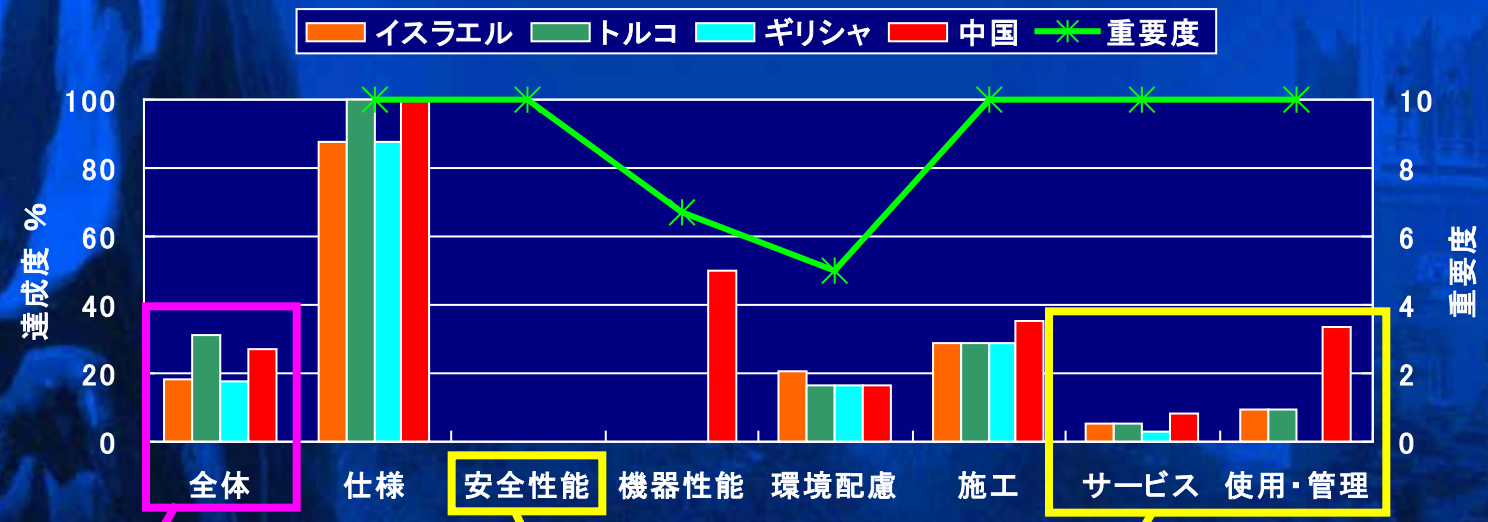
太陽熱集熱器は、「BL-bs部品」として認定。

社会的要請への対応を先導するような特長も有する住宅部品を「BL-bs部品」(Better Living for better society)として認定。

1.環境の保全に寄与する特長
2.社会の資産としての住宅ストックの形成・活用に寄与する特長
3.高齢者・障害者を含む誰もが安心して生活を送ることができる社会の実現に寄与する特長
4.防犯性の向上に寄与する特長
5.その他より良い社会の実現に資する特長

BL-bs部品マーク

- 認証を得るには、100%条件を満たす必要がある。
- 太陽熱集熱器は、6メーカー42機種が取得している。



国内市場導入には、公開情報が全く足りないことがわかる。

どの機器にも取扱説明書が添付されていなかったことで、安全性能・サービスや使用・管理に関するユーザーへの情報が不足している。

市販化に向けて、情報の収集・公開体制の構築が必要不可欠である。